

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-054320

(43)Date of publication of application : 05.03.1993

(51)Int.Cl.

G11B 5/147

(21)Application number : 03-217695

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.08.1991

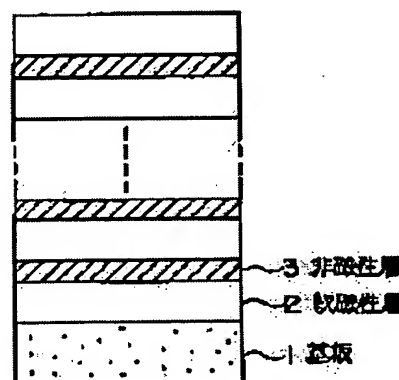
(72)Inventor : ISHI TSUTOMU

(54) MULTILAYERED MAGNETIC FILM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the multilayered magnetic films which have a magnetic domain structure stable in the magnetic pole shape of a magnetic head and having the soft magnetic characteristics better than the soft magnetic characteristics of a single layer film and to provide a laminated structure applicable even to magnetic films of about 2000 angstrom thickness in conditions for forming optimum multiple layers.

CONSTITUTION: The multilayered films have the structure alternately laminated with the soft magnetic films 2 of ≥ 200 angstrom and ≤ 1000 angstrom thickness having uniaxial magnetic anisotropy and nonmagnetic films 3 of ≥ 50 angstrom and ≤ 200 angstrom thickness on a substrate 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.11.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.02.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the magnetic multilayer suitable for the magnetic pole of the magnetic head for magnetic recording etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, high recording density-ization of magnetic recording media, such as flexible magnetic disk units including the rigid magnetic disk unit for computers and a magnetic tape unit, is advanced. Development of the high sensitivity magnetic head is mentioned as one of the key technology of the. Depending for the sensitivity of the magnetic head in the magnetic-domain structure of a magnetic pole magnetic film strongly not to mention the property of head material, the instability becomes the output change in record reproducing characteristics, and the cause of a noise. These are known as Uigur or a Barkhausen noise. Moreover, since the rate for which the reflux magnetic domain in a magnetic pole nose of cam accounts with the formation of a ** truck increases, the relative permeability of the whole magnetic pole magnetic film decreases, and head efficiency becomes bad. It is an unescapable technical problem in development of the high sensitivity magnetic head to observe to suppress these phenomena, i.e., the magnetic-domain structure of the detailed field of a head magnetic pole magnetic film, and to develop the control technique of the structure further.

[0003] Examination which controls magnetic-domain structure is widely performed by both sides of an experiment and the theory by inserting a non-magnetic layer in a magnetic film, and multilayering as one method, (for example, IEEE transactions ON MAGNETICS, 24 volumes, 2045 pages, 1988). However, since many of these examination was performed about the magnetic film of several micron ** used for the thin film head etc., it had the technical problem that it may be inapplicable as it is to the magnetic film in which the optimal multilayering condition has the thickness of about 2000Å which corresponds to the main pole film of the single magnetic pole type head for vertical magnetic recordings.

[0004] The purpose of this invention is to offer a laminated structure applicable also to the magnetic film in which the optimal multilayering conditions have the thickness which is about 2000Å while offering the magnetism nature multilayer which has the soft magnetic characteristics which have the magnetic-domain structure stabilized in the magnetic-head magnetic pole configuration, and were superior to the monolayer.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The magnetic multilayer of this invention has the structure where the laminating of the 1st layer and 2nd layer was carried out by turns on the substrate, the 1st layer of the above is a soft-magnetism film with which thickness has 200Å or more a uniaxial magnetic anisotropy 1000Å or less, and the 2nd layer of the above is characterized by thickness being 50Å or more a nonmagnetic membrane 200Å or less.

[0006] Drawing 1 is partial cross-section structural drawing showing an example of the magnetic multilayer of this invention, and the non-magnetic layer whose 3 is the 2nd layer about the soft-

magnetism layer whose 2 is the 1st layer about a substrate as for 1 is shown. A vacuum evaporation system with at least two sets of evaporation sources or a sputtering system with at least two or more sets of targets is used for production of a magnetic multilayer. The above-mentioned laminated structure can be formed on a substrate by opening and closing the shutter of each evaporation source by turns, or passing each evaporation-source top for a substrate by turns.

[0007]

[Function] In the magnetic multilayer of this invention, what is depended on magnetostatic combination produced at the edge of the magnetic layer of the upper and lower sides whose non-magnetic layer is pinched, and the thing to depend on the switched connection which works between the magnetic layers of the direct upper and lower sides on both sides of a non-magnetic layer exist in the interaction committed between magnetic layers. It is thought that the laminated structure of this invention serves as optimum conditions for the former operation working stably, and disappearance of a reflux magnetic domain and an improvement of soft magnetic characteristics can be aimed at by the operation.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0009] - By the electron beam vacuum deposition method using the evaporation source of one to two examples, the NiFe/V multilayer which carried out the laminating of the V layers to the NiFe layer continuously by turns was produced. Substrate temperature was made into 100 degrees C at the substrate using the glass substrate. Membrane formation speed was carried out in 1-2A/second, changed the opening-and-closing time of the shutter of each evaporation source, and controlled the thickness of each class. The degree of vacuum under vacuum evaporation was 1×10^{-9} Torr. Moreover, the direct-current magnetic field of 200Oe(s) was impressed in the substrate side during membrane formation, and induction of the uniaxial magnetic anisotropy was carried out into the film. The various multilayers which changed the NiFe thickness, i.e., the NiFe number of layers, and V thickness per layer were produced having set NiFe layer total thickness as constant 2000A, and each soft magnetic characteristics and magnetic-domain structure were investigated.

[0010] Drawing 2 is the result of investigating the relative permeability (10MHz) of the direction of hard axis when changing the NiFe thickness per layer, having used V thickness as 100A, and change of coercive force. By 200A or more 1000A or less, sufficient high relative permeability of 2000 more than required as a magnetic-head material and the low coercive force of 1 or less Oe are obtained for the NiFe thickness per layer.

[0011] Drawing 3 is the result of investigating the relative permeability (10MHz) of the direction of hard axis when changing V thickness, having used NiFe thickness per layer as 500A (NiFe number of layers 4), and change of coercive force. By 50A or more 200A or less, sufficient high relative permeability of 2000 more than required as a magnetic-head material and the low coercive force of 1 or less Oe are obtained for V thickness.

[0012] Drawing 4 is the ** type view of the result which observed the magnetic-domain structure with the above-mentioned laminated structure of a NiFe/V multilayer under the Kerr effect microscope. The reflux magnetic domain in the pattern edge seen by the monolayer has disappeared.

[0013] - By the electron beam vacuum deposition method using the evaporation source of two to three examples, the (Fe/NiFe) V multilayer which carried out the laminating of the V layers to the Fe/NiFe layer (laminating period : 100A, Fe thickness = NiFe thickness = 50A) continuously by turns was produced. Substrate temperature was made into 100 degrees C at the substrate using the glass substrate. Membrane formation speed was carried out in 1-2A/second, changed the opening-and-closing time of the shutter of each evaporation source, and controlled the thickness of each class. The degree of vacuum under vacuum evaporation was 1×10^{-9} Torr. Moreover, the direct-current magnetic field of 200Oe(s) was impressed in the substrate side during membrane formation, and induction of the uniaxial magnetic anisotropy was carried out into the film. As a result of setting Fe/NiFe layer total thickness constant 2000A, producing the various multilayers which changed the Fe/NiFe thickness, i.e., the Fe/NiFe number of layers, and V thickness per layer and investigating each soft magnetic characteristics and magnetic-domain structure, in the laminated structure given in a claim, disappearance of a reflux

magnetic domain and the improvement of soft magnetic characteristics were able to be aimed at.

[0014]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the magnetic multilayer which has the soft magnetic characteristics which have the magnetic-domain structure stabilized in the magnetic-head magnetic pole configuration, and were superior to the monolayer can be offered. By offering a laminated structure applicable also to the magnetic film in which the optimal multilayering conditions have the thickness which is about 2000A, it is applicable also to a magnetic film with thickness of about 2000A which corresponds to the main pole film of the single magnetic pole type head for vertical magnetic recordings.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is partial cross-section structural drawing showing an example of the magnetic multilayer of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing change of the relative permeability μ (10MHz) in the direction of hard axis when changing, having used thickness as 100A, the NiFe thickness, i.e., the NiFe number of layers, per layer, and coercive force H_c .

[Drawing 3] It is drawing showing change of the relative permeability μ (10MHz) in the direction of hard axis when changing V thickness, having used NiFe thickness per layer as 500A (NiFe number of layers 4), and coercive force H_c .

[Drawing 4] It is the ** type view showing the result which observed the magnetic-domain structure of a NiFe/V multilayer under the Kerr effect microscope.

[Description of Notations]

- 1 Substrate
- 2 Soft-Magnetism Layer
- 3 Non-magnetic Layer

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the magnetic multilayer to which it has the structure where the laminating of the 1st layer and 2nd layer was carried out by turns on the substrate, the 1st layer of the above is a soft-magnetism film with which thickness has 200A or more a uniaxial magnetic anisotropy 1000A or less, and the 2nd layer of the above is characterized by thickness being 50A or more a nonmagnetic membrane 200A or less.

[Claim 2] The magnetic multilayer according to claim 1 using the soft-magnetism film which has the periodic structure by the repeat of two or more ferromagnetics in the 1st layer of the above, and has a uniaxial magnetic anisotropy in it.

[Translation done.]

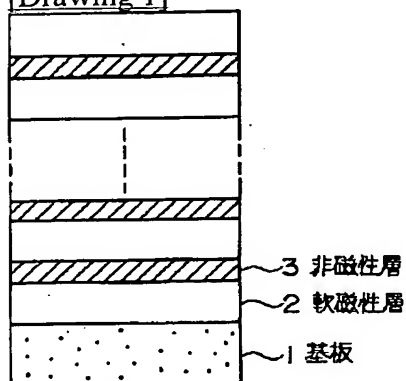
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

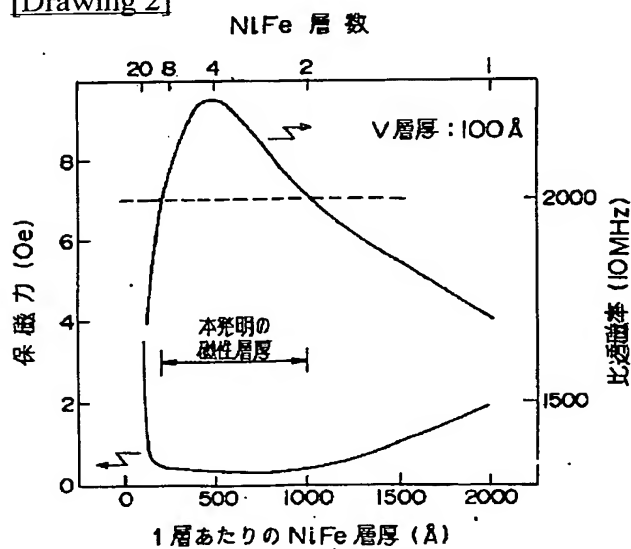
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

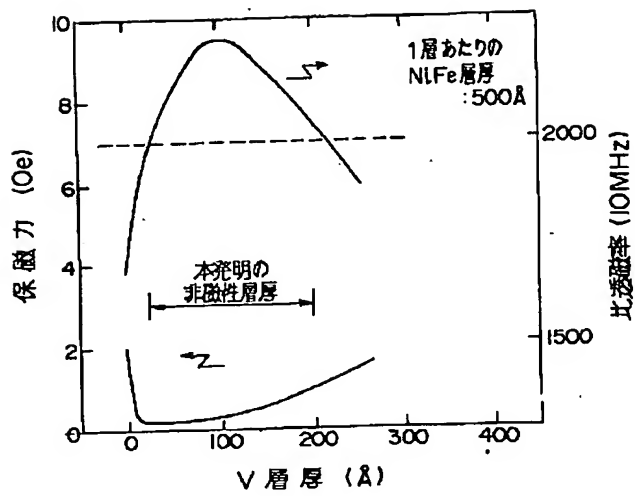
[Drawing 1]



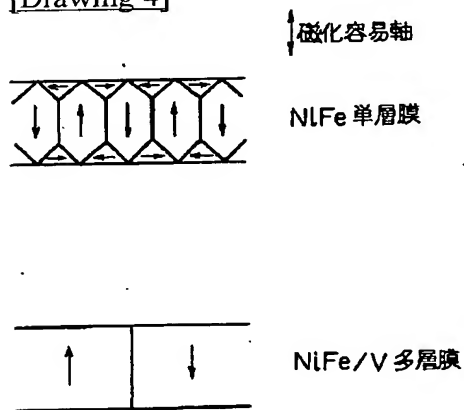
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 5 4 3 2 0

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 3 月 5 日

(51) Int. Cl. ⁵
G 1 1 B 5/147

識別記号

庁内整理番号
7033 - 5 D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2

(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平 3 - 217695

(22) 出願日 平成 3 年 (1991) 8 月 29 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 石 勉

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式
会社内

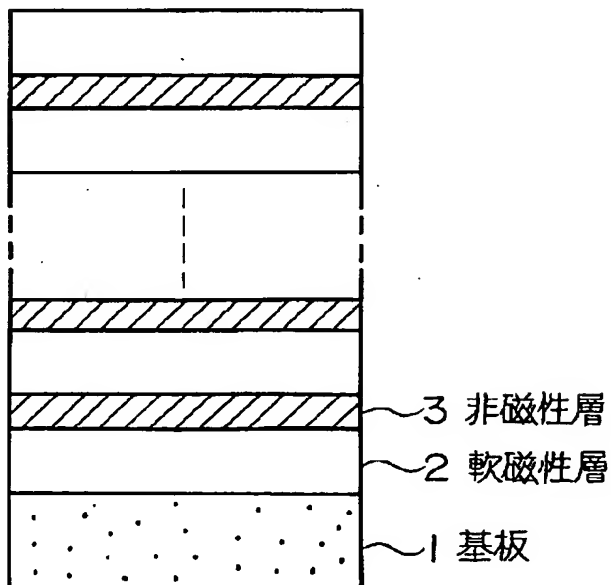
(74) 代理人 弁理士 岩佐 義幸

(54) 【発明の名称】 磁性多層膜

(57) 【要約】

【目的】 磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、かつ単層膜よりも優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供すると共に、その最適多層化条件が 2000 オングストローム程度の厚さの磁性膜にも適用できる積層構造を提供する。

【構成】 基板上に厚さが 200 オングストローム以上 1000 オングストローム以下の一軸磁気異方性を有する軟磁性膜と、厚さが 50 オングストローム以上 200 オングストローム以下の非磁性膜とが交互に積層された構造を有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に、第1の層と第2の層とが交互に積層された構造を有し、前記第1の層は、厚さが200オングストローム以上1000オングストローム以下の一軸磁気異方性を有する軟磁性膜であり、前記第2の層は、厚さが50オングストローム以上200オングストローム以下の非磁性膜であることを特徴とする磁性多層膜。

【請求項2】前記第1の層に、複数の強磁性体の繰り返しによる周期構造を有し、かつ一軸磁気異方性を有する軟磁性膜を用いた請求項1記載の磁性多層膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気記録用磁気ヘッドの磁極等に適する磁性多層膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】近年、コンピュータ用リジッド磁気ディスク装置をはじめとして、フレキシブル磁気ディスク装置、磁気テープ装置等の磁気記録装置の高記録密度化が進められている。そのキーテクノロジーの1つとして高感度磁気ヘッドの開発が挙げられる。磁気ヘッドの感度はヘッド材料の特性は勿論のこと、磁極磁性膜の磁区構造に強く依存し、その不安定性は記録再生特性における出力変動やノイズの原因となる。これらはウィグルやバルクハウゼンノイズとして知られる。また、挾トラック化に伴って磁極先端における還流磁区の占める割合が増加するために、磁極磁性膜全体の比透磁率が減少し、ヘッド効率が悪くなる。これらの現象を抑制すること、すなわちヘッド磁極磁性膜の微細な領域の磁区構造を観察し、さらにその構造の制御手法を開発することが、高感度磁気ヘッドの開発において不可避の課題である。

【0003】1つの方法として、磁性膜に非磁性層を挿入し多層化することによって磁区構造を制御する検討が実験・理論の両面で広く行われている（例えば、アイ・トリブルイー トランザクションズ オン マグネティクス、IEEE transactions on magnetics、24巻、2045頁、1988年）。しかし、これらの検討の多くは薄膜ヘッド等に用いられている数ミクロン厚の磁性膜に関して行われているため、その最適多層化条件が、例えば垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜に対応するような2000オングストローム程度の厚さをもつ磁性膜に対してはそのまま適用できない場合があるという課題があった。

【0004】本発明の目的は、磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、かつ単層膜よりも優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供すると共に、最適多層化条件が2000オングストローム程度の厚さをもつ磁性膜にも適用できる積層構造を提供することにある。

【0005】

2

【課題を解決するための手段】本発明の磁性多層膜は、基板上に第1の層と第2の層とが交互に積層された構造を有し、前記第1の層は、厚さが200オングストローム以上1000オングストローム以下の一軸磁気異方性を有する軟磁性膜であり、前記第2の層は、厚さが50オングストローム以上200オングストローム以下の非磁性膜であることを特徴とする。

【0006】図1は本発明の磁性多層膜の一例を示す部分断面構造図であり、1は基板を、2は第1の層である軟磁性層を、3は第2の層である非磁性層を示している。磁性多層膜の作製には、少なくとも2基の蒸発源をもつ真空蒸着装置、もしくは少なくとも2基以上のターゲットをもつスパッタリング装置を使用する。各蒸発源のシャッターを交互に開閉したり、あるいは基板を各蒸発源上を交互に通過させることによって基板上に上記積層構造を形成することができる。

【0007】

【作用】本発明の磁性多層膜において、磁性層間に働く相互作用には、非磁性層をはさむ上下の磁性層の端部で生じる静磁結合によるものと、非磁性層をはさんで直接上下の磁性層間に働く交換結合によるものとが存在する。本発明の積層構造は、前者の作用が安定に働くための最適条件となっているものと考えられ、その作用によって還流磁区の消失および軟磁気特性の改善がはかれる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0009】—実施例1—

2基の蒸発源を用いた電子ビーム真空蒸着法により、NiFe層とV層とを交互に連続的に積層したNiFe/V多層膜を作製した。基板にはガラス基板を用い、基板温度は100℃とした。成膜速度は1～2オングストローム/秒とし、各蒸発源のシャッターの開閉時間を変えて各層の膜厚を制御した。蒸着中の真空度は 1×10^{-9} Torrであった。また、成膜中に基板面内に2000eの直流磁界を印加して、膜中に一軸磁気異方性を誘起した。NiFe層総厚を2000オングストローム一定として、1層あたりのNiFe層厚、すなわちNiFe層数と、V層厚を変えた種々の多層膜を作製し、それぞれの軟磁気特性および磁区構造を調べた。

【0010】図2はV層厚を100オングストロームとして、1層あたりのNiFe層厚を変えたときの磁化困難軸方向の比透磁率（10MHz）と保磁力の変化を調べた結果である。1層あたりのNiFe層厚が200オングストローム以上1000オングストローム以下で、磁気ヘッド材料として必要十分な2000以上の高比透磁率、かつ10e以下の低保磁力が得られる。

【0011】図3は1層あたりのNiFe層厚を500オングストローム（NiFe層数4）としてV層厚を変えたときの磁化困難軸方向の比透磁率（10MHz）と

保磁力の変化を調べた結果である。V層厚が50オングストローム以上200オングストローム以下で、磁気ヘッド材料として必要十分な2000以上の高比透磁率、かつ10e以下の低保磁力が得られる。

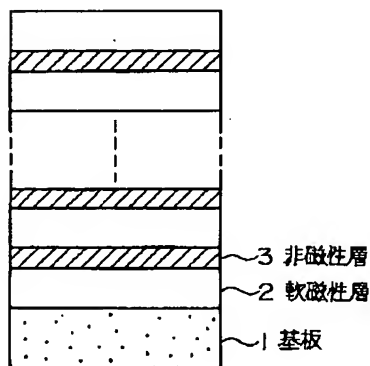
【0012】図4は上記積層構造をもつNiFe/V多層膜の磁区構造を、カー効果顕微鏡で観察した結果の模式図である。単層膜でみられたパターン端部における還流磁区が消失している。

【0013】-実施例2-

3基の蒸発源を用いた電子ビーム真空蒸着法により、Fe/NiFe層（積層周期：100オングストローム、Fe層厚=NiFe層厚=50オングストローム）とV層とを交互に連続的に積層した（Fe/NiFe）/V多層膜を作製した。基板にはガラス基板を用い、基板温度は100℃とした。成膜速度は1～2オングストローム/秒とし、各蒸発源のシャッターの開閉時間を変えて各層の膜厚を制御した。蒸着中の真空度は 1×10^{-9} Torrであった。また、成膜中に基板面に2000eの直流磁界を印加して、膜中に一軸磁気異方性を誘起した。Fe/NiFe層総厚を2000オングストローム一定として、1層あたりのFe/NiFe層厚、すなわちFe/NiFe層数と、V層厚を変えた種々の多層膜を作製し、それぞれの軟磁気特性および磁区構造を調べた結果、請求項記載の積層構造において、還流磁区の消失および軟磁気特性の改善がはかれた。

【0014】

【図1】



【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁気ヘッド磁極形状で安定した磁区構造を有し、かつ単層膜よりも優れた軟磁気特性を有する磁性多層膜を提供することができる。最適多層化条件が2000オングストローム程度の厚さをもつ磁性膜にも適用できる積層構造を提供することにより、例えば垂直磁気記録用の単磁極型ヘッドの主磁極膜に対応するような2000オングストローム程度の厚さをもつ磁性膜に対しても適用できるものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁性多層膜の一例を示す部分断面構造図である。

【図2】層厚を100オングストロームとして1層あたりのNiFe層厚、すなわちNiFe層数を変えたときの磁化困難軸方向における比透磁率 μ （10MHz）と保磁力Hcの変化を示す図である。

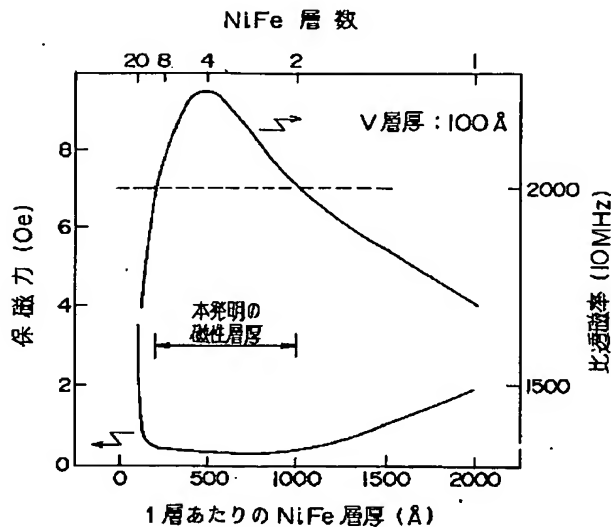
【図3】1層あたりのNiFe層厚を500オングストローム（NiFe層数4）としてV層厚を変えたときの磁化困難軸方向における比透磁率 μ （10MHz）と保磁力Hcの変化を示す図である。

【図4】NiFe/V多層膜の磁区構造をカー効果顕微鏡で観察した結果を示す模式図である。

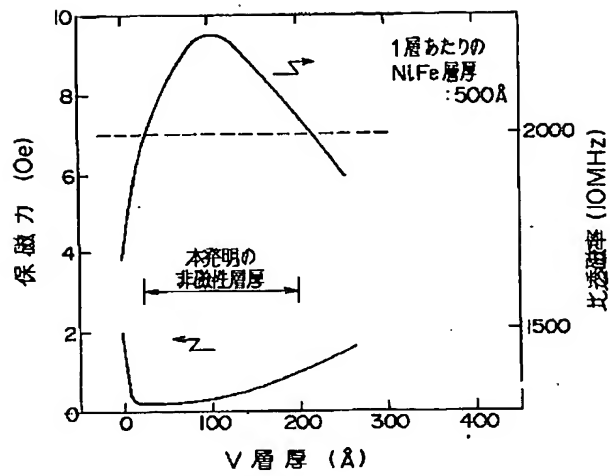
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 軟磁性層
- 3 非磁性層

【図2】



【図3】



【図4】

